



Реквізити навчальної дисципліни

Назва дисципліни	Моделювання складних мереж	
Рівень вищої освіти	третій	
Галузь знань	12 Інформаційні технології	
Спеціальність	122 Комп'ютерні науки	
Освітня програма	Комп'ютерні науки	
Статус дисципліни	Вибіркова	
Форма навчання	Очна (денна)	
Рік підготовки, семестр	2 курс, 4 семестр	
Обсяг дисципліни	4 кредитів ЄКТС	
Семестровий контроль/ контрольні заходи	залік	
Мова викладання	Українська	
Викладач (лекційні заняття)	д.т.н., професор Данилов В.Я.	
Е-mail та інші контакти	danilov1950@ukr.net	093-323-03-85
Викладач (лабораторні заняття заняття)	д.т.н., професор Данилов В.Я.	
Е-mail та інші контакти	danilov1950@ukr.net	093-323-03-85

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

<i>Цілі дисципліни</i>	Метою дисципліни є підготовка висококваліфікованих, конкурентоспроможних фахівців, здатних до самостійної та інноваційної виробничо-технологічної діяльності в області комп'ютерних наук, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики
<i>Компетентності</i>	<p>ФК 3. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності</p> <p>ФК 5. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в сфері комп'ютерних наук, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень</p> <p>ФК 6. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в комп'ютерній науці та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації</p>
<i>Програмні результати навчання</i>	<p>ПРН 1. Мати передові концептуальні та методологічні знання з комп'ютерних наук і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій</p> <p>ПРН 4. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і</p>

<p><i>комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерній науці та дотичних міждисциплінарних напрямках</i></p> <p><i>ПРН 6. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи</i></p> <p><i>ПРН 8. Глибоко розуміти загальні принципи та методи комп'ютерних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері комп'ютерних наук та у викладацькій практиці</i></p>

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Курс “Моделювання складних мереж” є одним із завершальних курсів професійної підготовки докторів філософії спеціальності “Комп'ютерні науки”.

Цей курс підсумовує раніше прочитані спеціальні дисципліни магістрів комп'ютерних наук в напрямку теорії та систем штучного інтелекту і дає систематизоване детальне викладення основ теорії, методів та технологій обчислювального інтелекту та їх застосування в системах прийняття рішень в медицині, економіці, бізнесі та фінансовій сфері. Тому ця дисципліна має глибокі логічні зв'язки з попередніми дисциплінами навчального плану підготовки докторів філософії.

Матеріали курсу використовуються в наступних курсах за вибором: Нечіткі моделі і методи в інтелектуальних системах, Машинне навчання.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Згорткові нейронні мережі

Тема 1.1. Структура нейронних мереж на основі ідеології згортковості. Операції згортки. Операція нелінійності. Операція підвибірки. Архітектура згорткової мережі.

Тема 1.2. Алгоритм навчання згорткових мереж з учителем методом зворотнього поширення похибки. Особливості поширення похибки через шари в згортковій мережі.

Тема 1.3. Застосування загорткових мереж. Розпізнавання рукописних цифр з набору даних MNIST. Згорткова мережа LENET-5.

Тема 1.4. Сучасні варіанти архітектури згорткових нейронних мереж AlexNet, VGG16, ResNet. Правило навчання, що переноситься з допомогою мережі InceptionV3.

Розділ 2. Рекурсивні та рекурентні нейронні мережі.

Тема 2.1. Рекурентні нейронні мережі. Обчислення градієнту в рекурентній нейронній мережі. Рекурентні мережі у вигляді орієнтованого графа. Моделювання контекстно-обумовлених послідовностей рекурентними мережами.

Тема 2.2. Двонаправлені рекурентні нейронні мережі. Архітектури кодер-декодер або послідовність-послідовність. Глибокі рекурентні мережі.

Тема 2.3. Вентильні рекурентні нейронні мережі.

Тема 2.4. Довга короткострокова пам'ять. Інші вентильні нейронні мережі.

Розділ 3. Автоенкодерні нейронні мережі.

Тема 3.1. Автокодувальники. Метод головних компонент. Понижувальні автокодувальники.

Тема 3.2. Регуляризовані автокодувальники. Розріджені автокодувальники. Шумоподавляючі автокодувальники. Регуляризація через штраф похідних.

Тема 3.3. Стохастичні кодувальники та декодери. Навчання мнговидів за допомогою автокодувальників.

Тема 3.4. Застосування автокодувальників.

Розділ 4. Глибинне машинне навчання

Тема 4.1. Глибоке навчання. Моделі глибокого навчання. Навчання без учителя. Машини Больцмана. Обмежені машини Больцмана. Умовні розподіли. Навчання обмежених машин Больцмана.

Тема 4.2. Глибокі мережі довіри. Глибокі мережі Больцмана.

Тема 4.3. Згорткові машини Больцмана.

Тема 4.4. Симплювання за Гіббсом. Використання симплювання за Гіббсом в обмеженій машині Больцмана. Симплювання методами Монте-Карло за схемою марківських мереж.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова:

1. Корабльов М.М., Сорокіна І.В. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Імунні обчислювальні системи».- Харків: ХНУРЕ, 2017.-52с.
2. Корабльов М.М., Сорокіна І.В. Імунні обчислювальні системи: Навчальний посібник .- Х.: ХНУРЕ, 2017.-136с.
3. Головка В.А., Краснопрошин В.В. Нейросетевые технологии обработка данных.- Минск, БГУ, 2017.-254с.
4. Николенко С.И., Кадурын А., Архангельская Е. Глубокое обучение. – СПб.: Питер, 2018 .- 480с.
5. Сантану Паттанаяк Глубокое обучение и TensorFlow для профессионалов.- К.: «Диалектика», 2019.- 480с.
6. Я.Гудфеллоу, И.Бенджио, А.Курвиль Глубокое обучение.- М.: ДМК Пресс, 2018, - 652с.

Додаткова:

1. Електронний матеріал до курсу «Штучні нейронні мережі» (лекції, практичні та індивідуальні завдання).
2. Бестенс Д.Э., Ван ден Берг В.М., Вуд Д. Нейронные сети и финансовые рынки: принятие решений в торговых операциях.- М.:ТВП, 1997.-236с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	<p>Модель клонального відбору (CLONALG). Обчислювальні аспекти. Застосування до задач розпізнавання зображень та оптимізації. Модель негативного відбору. Принцип негативного відбору. Задача виявлення аномалій. Застосування алгоритму до розв'язування задач виявлення фальшивих транзакцій та кредитування. Література: [2] – С. 28 –55.</p> <p>Завдання на СРС: Опрацювання лекції за конспектом (електронним конспектом) та вказаною літературою.</p> <p>Структура нейронних мереж на основі ідеології згортковості. Операції згортки. Операція нелінійності. Операція підвибірки. Архітектура згорткової мережі. Література: [3] – С. 127-130; [4] – С.182 –206, [5] – С.187 –215.</p> <p>Завдання на СРС: Опрацювання лекції за конспектом (електронним конспектом) та вказаною літературою.</p>
2	<p>Згорткова нейронна мережа. Алгоритм навчання згорткових мереж з учителем методом зворотнього поширення похибки. Особливості поширення похибки через шари в згортковій мережі. Література: [3] – С. 132-133; [5] – С.220 –229, С.253-260.</p> <p>Завдання на СРС: Опрацювання лекції за конспектом (електронним конспектом) та вказаною літературою.</p> <p>Застосування загорткових мереж. Розпізнавання рукописних цифр з набору даних MNIST. Згорткова мережа LENET-5. Література: [3] – С. 134-136; [5] – С.231 –251.</p> <p>Завдання на СРС: Опрацювання лекції за конспектом (електронним конспектом) та вказаною літературою.</p>

3	<p>Сучасні варіанти архітектури згорткових нейронних мереж AlexNet, VGG16, ResNet. Правило навчання, що переноситься з допомогою мережі InceptionV3. Література: [5] – С.231 –252. Завдання на СРС: Опрацювання лекції за конспектом (електронним конспектом) та вказаною літературою.</p> <p>Рекурентні нейронні мережі. Обчислення градієнту в рекурентній нейронній мережі. Рекурентні мережі у вигляді орієнтованого графа. Моделювання контекстно-обумовлених послідовностей рекурентними мережами. Література: [4] – С. 231 –259, [5] – С.267 –331, [6] – С. 316-330. Завдання на СРС: Опрацювання лекції за конспектом (електронним конспектом) та вказаною літературою.</p>
4	<p>Двонаправлені рекурентні нейронні мережі. Архітектури кодер-декодер або послідовність-послідовність. Глибокі рекурентні мережі. Література: [5] – С.329 – 331, [6] – С. 330-333. Завдання на СРС: Опрацювання лекції за конспектом (електронним конспектом) та вказаною літературою.</p> <p>Вентильні рекурентні нейронні мережі. Структура та архітектура. Література: [6] – С. 344-348. Завдання на СРС: Опрацювання лекції за конспектом (електронним конспектом) та вказаною літературою.</p>
5	<p>Довга короткострокова пам'ять. Інші вентильні нейронні мережі. Література: [4] – С.242 –259, [5] – С.313 –315, [6] – С.344 –348. Завдання на СРС: Опрацювання лекції за конспектом (електронним конспектом) та вказаною літературою.</p> <p>Автокодувальники. Метод головних компонент та його використання. Понижувальні автокодувальники. Література: [3] – С. 136–158; [4] – С.176 –219; [5] – С.385 – 406. Завдання на СРС: Опрацювання лекції за конспектом (електронним конспектом) та вказаною літературою.</p>
6	<p>Регуляризовані автокодувальники. Розріджені автокодувальники. Шумоподавляючі автокодувальники. Регуляризація через штраф похідних. Література: [6] – С. 423-429. Завдання на СРС: Опрацювання лекції за конспектом (електронним конспектом) та вказаною літературою.</p> <p>Стохастичні кодувальники та декодери. Навчання мнговидів за допомогою автокодувальників. Література: [6] – С. 428 – 436. Завдання на СРС: Опрацювання лекції за конспектом (електронним конспектом) та вказаною літературою.</p>
7	<p>Застосування автокодувальників. Література:[5] – С. 395–406; [6] – С. 441– 443. Завдання на СРС: Опрацювання лекції за конспектом (електронним конспектом) та вказаною літературою.</p>
8	<p>Глибинне машинне навчання. Моделі глибокого навчання. Навчання без учителя. Машини Больцмана. Обмежені машини Больцмана. Умовні розподіли. Навчання обмежених машин Больцмана. Література: [4] – С.341 –348; [5] – С.304 –364; [6] – С.548 –552. Завдання на СРС: Опрацювання лекції за конспектом (електронним конспектом) та вказаною літературою.</p> <p>Глибокі мережі довіри. Глибокі мережі Больцмана. Література: [5] – С.377 –383; [6] – С.553–566. Завдання на СРС: Опрацювання лекції за конспектом (електронним конспектом) та вказаною літературою.</p> <p>Згорткові машини Больцмана. Обмежені машини Больцмана. Література: [6] – С. 572 –575.Завдання на СРС: Опрацювання лекції за конспектом (електронним конспектом) та вказаною літературою.</p>

9	<p>Симплювання за Гіббсом. Використання симплювання за Гібсом в обмеженій машині Больцмана. Симплювання методами Монте-Карло за схемою марківських мереж.</p> <p>Література: [5] – С.342 –366.</p> <p>Завдання на СРС: Опрацювання лекції за конспектом (електронним конспектом) та вказаною літературою.</p>
---	--

Практичні заняття

№	Назва теми занять
1	Алгоритм навчання згорткових мереж з учителем методом зворотнього поширення похибки. Література:[5] – С. 220 –227.
2	Сучасні варіанти архітектури згорткових нейронних мереж AlexNet, VGG16, ResNet. Правило навчання, що переноситься з допомогою мережі InceptionV3. Література:[5] – С. 247 –252.
3	Двонаправлені рекурентні нейронні мережі. Архітектури кодер-декодер або послідовність-послідовність. Глибокі рекурентні мережі. Література:[3] – С. 149 – 159, [6] – С.332 –339.
4	Довга короткострокова пам'ять. Інші вентильні нейронні мережі. Література:[6] – С. 344 –248.
5	Стохастичні кодувальники та декодери. Навчання многовидів за допомогою автокодувальників. Література: [6] – С. 428 –436.
6	Глибокі мережі довіри. [6] – С. 553 – 559.
7	Глибокі мережі Больцмана. Література: [6] – С. 559 – 566.
8	Симплювання за Гіббсом. Використання його в обмеженій машині Больцмана. [5] – С. 342 – 352.
9	Симплювання методами Монте-Карло за схемою марківських мереж. Література: [5] – С. 352 – 367.

6. Самостійна робота аспіранта

	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу
1	Застосування aiNet до задач кластеризації з фінансової сфери. Базова [1].
2	Алгоритм виявлення аномалій та застосування його до розв'язування задач виявлення фальшивих транзакцій. Базова [1].
3	Архітектура сучасних згорткових мереж. Базова [4-6].
4	Алгоритм навчання згорткової мережі. Базова [4-6].
5	Розпізнавання рукописних цифр з набору даних MNIST. Базова [4-6].
6	Сучасні архітектури. AlexNet, ResNet. Базова [4-6].
7	Рекурентні мережі. Базова [4-6].
8	Глибокі рекурентні мережі. Базова [4-6].
9	Вентильні рекурентні мережі. Базова [4-6].
10	Довга короткострокова пам'ять. Базова [4-6].
11	Метод головних компонент. Базова [4-6].
12	Шумоподавляючі кодувальники. Базова [4-6].
13	Стохастичні кодувальники. Базова [4-6].
14	Застосування автокодувальників. Базова [4-6].
15	Машини Больцмана. Базова [4-6].
16	Глибока машина Больцмана. Базова [4-6].
17	Згорткова машина Больцмана. Базова [4-6].
18	Симплювання за Гіббсом. Базова [4-6].
	Залік

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Викладач повинен звернути увагу аспірантів на те, що дисципліна «Моделювання складних мереж» - це дисципліна, що займається розробкою і застосуванням методів та технологій ОІ в прикладних задачах прогнозування, розпізнавання образів, класифікації, кластерного аналізу, синтезу мови, обробки фото та відео, побутові роботи та ІАД, а також нечітких моделей та методів в різних областях людської діяльності в умовах неповноти та невизначеності.

Рекомендовані методи навчання: проблемний метод, метод мозкового штурму, імітаційні вправи, презентація та опитування студентів.

Студенту рекомендується вести докладний конспект лекцій і фіксувати основні результати практичних занять.

Важливим аспектом якісного засвоєння матеріалу, відпрацювання прийомів і алгоритмів вирішення основних завдань дисципліни є самостійна робота, що дозволяє перетворити отримані знання в об'єкт власної діяльності. Самостійна робота включає в себе читання літератури, огляд літератури по темі, виконання практичних робіт та індивідуальних завдань, підготовку до їх захисту та підготовка індивідуального завдання та презентації, а також підготовка до заліку.

В процесі проведення лабораторних робіт контролюється присутність студентів на заняттях, наприкінці кожного заняття перевіряються отримані результати і на основі їх перевірки відмічається виконання практичних робіт. Після обробки отриманих результатів та оформлення протоколів практичних робіт відбувається їх захист, на якому задаються теоретичні та практичні запитання згідно з програмою відповідної роботи.

Якість відповідей оцінюється згідно рейтингової системи: відмінно (А) -10 балів; добре (В)- 8 балів, задовільно -5 балів.

Здобувачі вищої освіти (PhD) не мають право пропускати лекційні та практичні заняття без поважних причин. На кожному практичному занятті здобувачі повинні активно залучатися до обговорення та розв'язання поставлених задач. Для цього викладач на кожній лекції повинен приділяти увагу до застосування прочитаних тем в різних галузях науки. Захист індивідуального завдання повинен виявити наскільки здобувач може не тільки абстрактно та логічно мислити, а й аналізувати результат. Усі роботи здобувачів мають прикріплювати в особистому кабінеті гугл-класу. Роботи мають бути виконані з дотриманням академічної доброчесності.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Семестровий контроль: залік

Семестровий рейтинг з дисципліни «Моделювання складних мереж» складається з рейтингових балів (див. табл.1), і не перевищує 100 . В семестрі здобувач може набрати 60 балів, та на заліку – 40 балів.

Таблиця 1. Система рейтингових балів.

№	Контрольний захід	Бали
1	<i>Модульна контрольна робота</i>	15
2	<i>Активна робота на практичних</i>	15
3	<i>Індивідуальне завдання</i>	30

Відповідно сумарної кількості балів, що набрані в семестрі та на заліку, здобувач вищої освіти (PhD) отримує оцінку згідно таблиці 2

Таблиця 2 відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Рейтинг	Оцінка ECTS	Традиційна оцінка
95 - 100	A — відмінно	Відмінно
85 - 94	B — дуже добре	Добре
75 - 84	C — добре	
65 - 74	D — задовільно	Задовільно
60 - 64	E — достатньо	
менше 60 балів	FX — незадовільно	Незадовільно
менше 30 балів	F — не допущено	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено д.т.н., професор, Данилов Валерій Якович

Ухвалено кафедрою ММСА (протокол № 9 від 24.06.2020)

Погоджено Методичною комісією ІПСА (протокол № 9 від 25.06.2020)